

連載概要

本文は p.42 へ

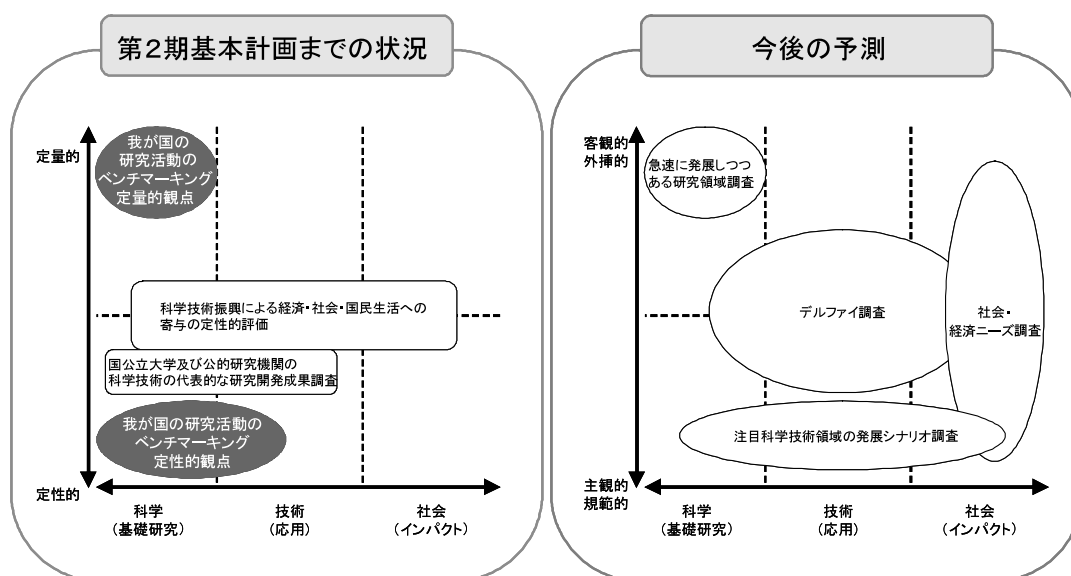
日本の科学技術の現状と今度の予測 —我が国の研究活動のベンチマーキング—

科学技術動向研究センターは、第3期科学技術基本計画策定のための資料作成として、下図の各調査を担当しました。

そのうち、今月は「我が国の研究活動のベンチマーキング」の概要を紹介します。

▶ 参考：NISTEP REPORT No.90

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep090j/pdf/rep090j.pdf>



第3期科学技術基本計画策定のための資料として科学技術動向研究センターが担当した調査

日本の科学技術の現状と今後の予測

我が国の研究活動の
ベンチマーキング

▶参考：NISTEP REPORT No.90

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep090j/pdf/rep090j.pdf>

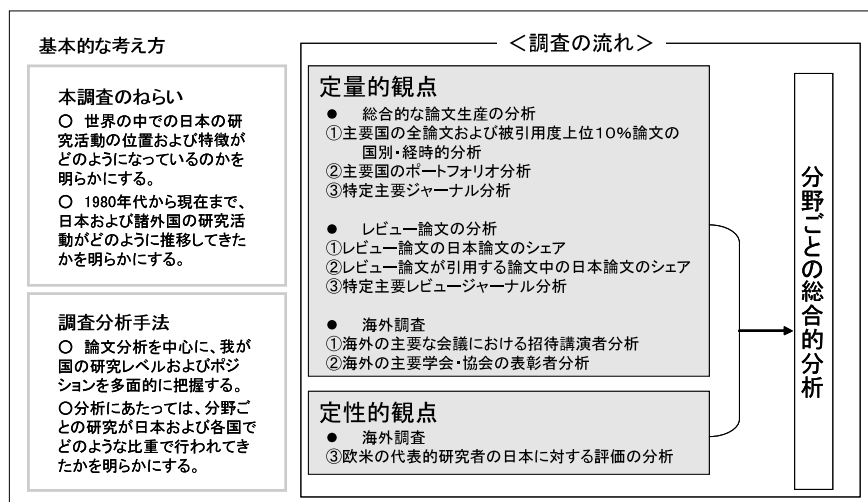
1 調査目的および調査設計

「我が国の研究活動のベンチマーキング（定量的観点・定性的観点）」の調査目的は、世界の中の日本の研究活動の位置及び特徴がどのようになっているのか、また、1980年代から現在まで、日本及び諸外国の研究活動がどのように推移してきたかを明らかにすることである。

研究活動の対象となる分野は多岐にわたり、分野によって研究活動の成果の発表スタイルが異なるなどの理由から、単一の評価軸を用いて研究活動を捉えようとすることには限界があり、研究活動の実態を的確に把握できないおそれがある。本調査の分析では、論文分析を中心とした定量的観点と、海外の第一線の研究者・科学者からみた日本の研究活動の評価という定性的観点の2つの観点から、我が国の研究レベル及びポジションを把握することとした（図表1）。また、分野ごとの研究活動が日本及び各国でどのような比重で行われてきたかを論文量で分析した。

定量的観点の中心となる論文分析では、論文を研究者・科学者の

図表1 我が国の研究活動のベンチマーキング



研究活動を表す一つの定量的な指標と考え、論文の「量」と「質（被引用回数が各分野で上位10%に入る論文、以後TOP 10%論文と記述）」を国別・分野別に時系列分析した。一方、定性的観点として設計した、海外の第一線の研究者・科学者からみた日本の研究活動の評価では、アメリカ及び欧州の専門家を対象として、①日本の研究機関による研究成果で注目しているもの、②日本の研究機関が実施している研究レベルの評価、③日本の研究機関の長期的な業績

に対する評価についてヒアリングにより調査した。

なお、ここでは、論文データベースとして、Thomson Scientific社の“Science Citation Index, CD-ROM版”を用いており、論文の分野分類もこのデータベースにしたがっている。特に「質」の指標として被引用回数のデータを用いることについては議論があるところではあるが、今のところ、これに代わる適当な指標は見つからない。

2 定量的観点からの我が国の研究活動

2 - 1

日本の論文の量と質

研究者・科学者の研究活動を捉えるため、定量的な指標の1つである論文を扱うこととした。論文の「量」と「質 (TOP 10%論文)」を国別に時系列分析した (図表2)。

世界における日本の総論文数のシェアは、1980年代から一貫して着実に増加してきた。1980年代前半では、アメリカ、イギリス、ドイツに次ぐ第4位であったが、現在ではアメリカに次ぐ第2位となり、「量」において国の存在感を大きくしたことがわかる。「失われた10年」と称されることの多い日本の1990年代であるが、科学知識の蓄えは増したと評してよいだろう。ただし、2000年以降、論文シェアは10%程度で飽和する兆しを見せている。

一方、論文の「質」に目を向けると、TOP 10%論文のシェアも、日本はこの20年間で着実に伸ばしている。しかしながら、世界第4位という順位は変わらず、むしろ、アメリカはもとより、イギリス、ドイツにも水をあけられてい

る。

興味深い点として、ドイツは1990年代前半から2000年にかけて、急激にTOP 10%論文シェアを伸ばしており、2000年代にはイギリスと同程度のシェアを持つに至っている。日本では、今後は「質」の向上が課題となる。この意味で、1990年代に急激に論文の「質」を向上させたドイツをより詳しく調査分析する必要があるであろう。

2 - 2

世界各国の論文産出における論文シェアのバランス

過去20年間で、世界各国がどのような分野の論文シェアを伸ばしてきたのだろうか。各国の論文産出におけるバランスの特徴を比較するため、論文シェアを用いて、分野バランスを示した (図表3)。1980年代、1990年代前半、そして現在の3時点で比較した。

各国を比較すると、日本は、相対的に化学、材料科学、物理学のウェイトが高く、計算機科学、数学、環境・生態学、地球科学、臨床医学が低いというポートフォリ

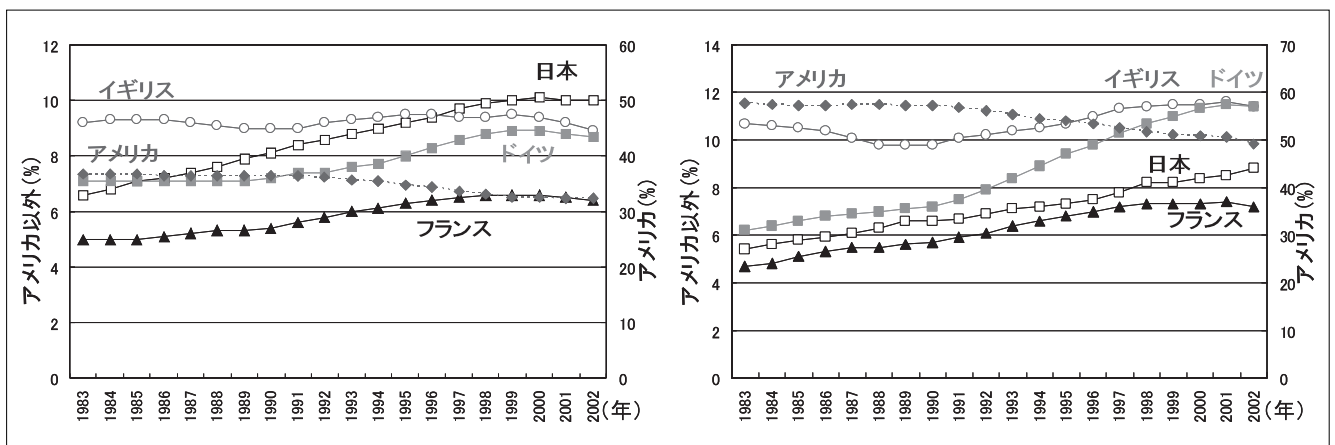
オを有しており、基礎生物学、臨床医学などのウェイトが高いアメリカ、イギリスとは明らかに様相が異なっている。また、イギリス、ドイツ、フランスというヨーロッパの国々は、分野バランスが補完関係となっていることがわかる。このような視点で、アジアの国々をみると、中国や韓国は、日本と同様のポートフォリオを示しており、このデータを見る限り、これらの国々で補完関係を築くことは難しい。

2 - 3

各国の分野別論文産出量の変化

各国の分野バランスを見るうえで、世界の分野別論文数自体がどのように変化したかを見ておく必要がある。図表4に、1980年代の論文数をもとに、現在までの論文数の増加を示した。世界的に見て1991年以降、材料科学の論文数の伸びが著しく、この分野において、日本はフランス、中国などとともに伸びを示している。また、日本では、臨床医学、環境・生態学、地球科学においても、論文数が著

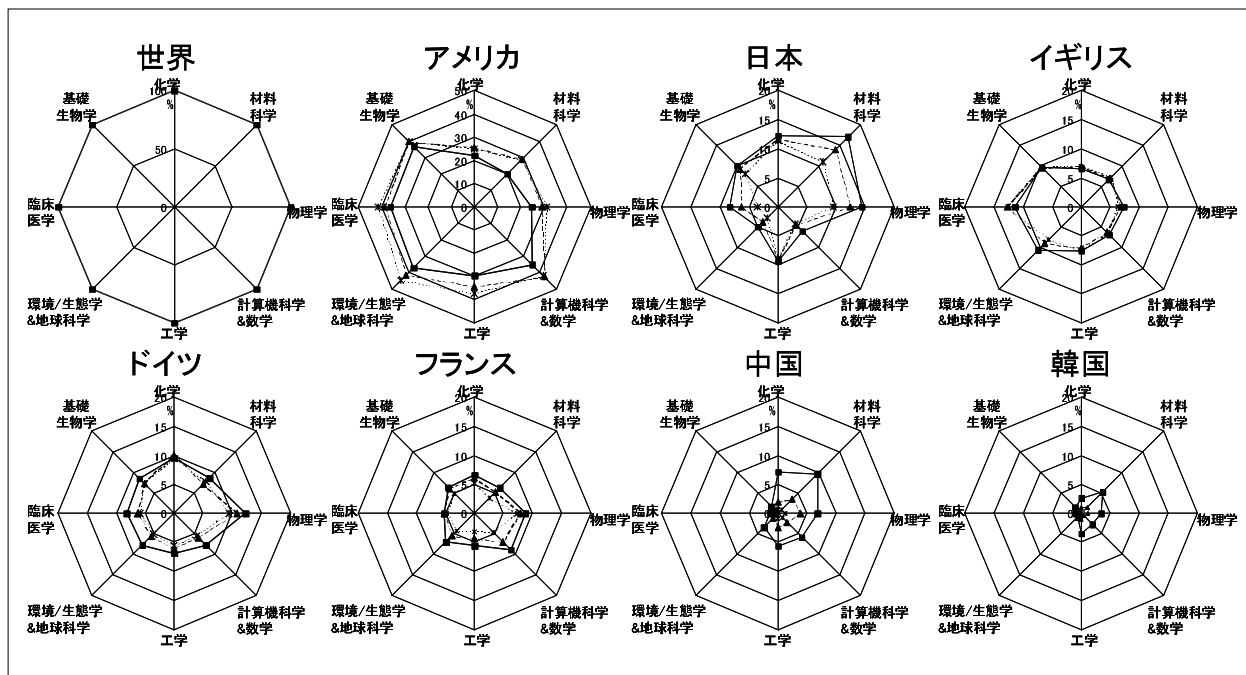
図表2 全論文シェア (左図) と TOP 10%論文シェア (右図) の推移



(注) 軸については、アメリカのみは右軸

データ：Thomson Scientific 社 “Science Citation Index, CD-ROM 版” に基づき科学技術政策研究所が集計

図表3 各国の論文産出における論文シェアのバランス

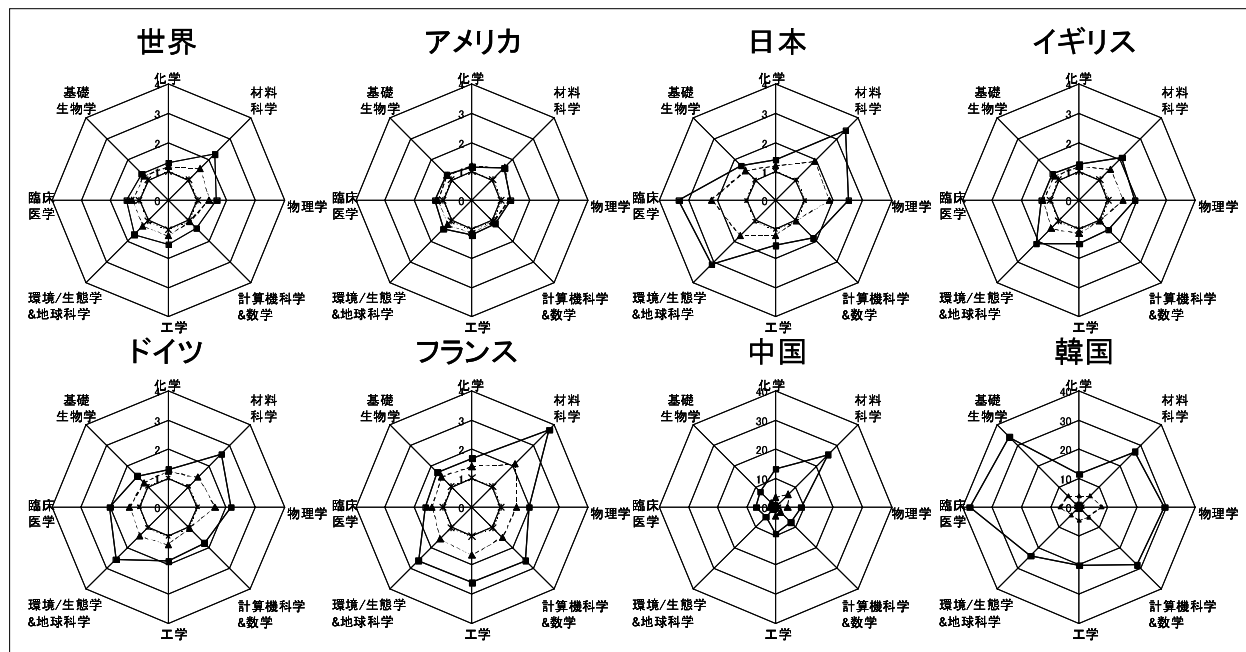


(注1) 1983～1987年の平均シェア(*点線)、1991～1995年の平均シェア(▲破線)、1999～2003年の平均シェア(■実線)を示している。

(注2) このグラフでは、17分野を8つに集約している。基礎生物学は、農学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物科学の分野を含む。

データ：Thomson Scientific 社“Science Citation Index, CD-ROM版”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表4 各国の分野別論文産出量の変化



(注1) 1983～1987年を1(*点線)とした場合の、1991～1995年の論文産出量の伸び(▲破線)、1999～2003年の論文産出量の伸び(■実線)を示している。

(注2) このグラフでは、17分野を8つに集約している。基礎生物学は、農学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物科学の分野を含む。

データ：Thomson Scientific 社“Science Citation Index, CD-ROM版”に基づき科学技術政策研究所が集計

しく増加した。

2 - 4

分野別の日本のシェア —全論文・TOP 10%論文

各分野における各国の強みと弱みをさらに浮き彫りにするため、次に、論文シェア及びTOP 10%論文シェアを1983～1987年、1991～1995年、1999～2003年の3時点で、分野ごとに比較した(図表5)。日本では、材料科学及び物理学においては、全論文シェア、TOP 10%論文シェアともに過去20年間で順調に伸びている。

特に、材料科学の全論文シェアはイギリス、ドイツ、フランスを引き離し、アメリカに追いつきつつある。一方、ライフサイエンス系をみると、免疫学でも、1990年以降、TOP 10%論文シェアの伸びが著しく、現在はドイツと同様のシェアを示している。しかし、臨床医学では、1990年以降、イギリス、ドイツ、フランスがTOP 10%論文シェアを伸ばしたのに対し、日本の全論文シェアは拡大したが、TOP 10%論文シェアは伸び悩んでいる。このように、論文シェア及びTOP 10%論文シェアによる他国との比較を行うと、日

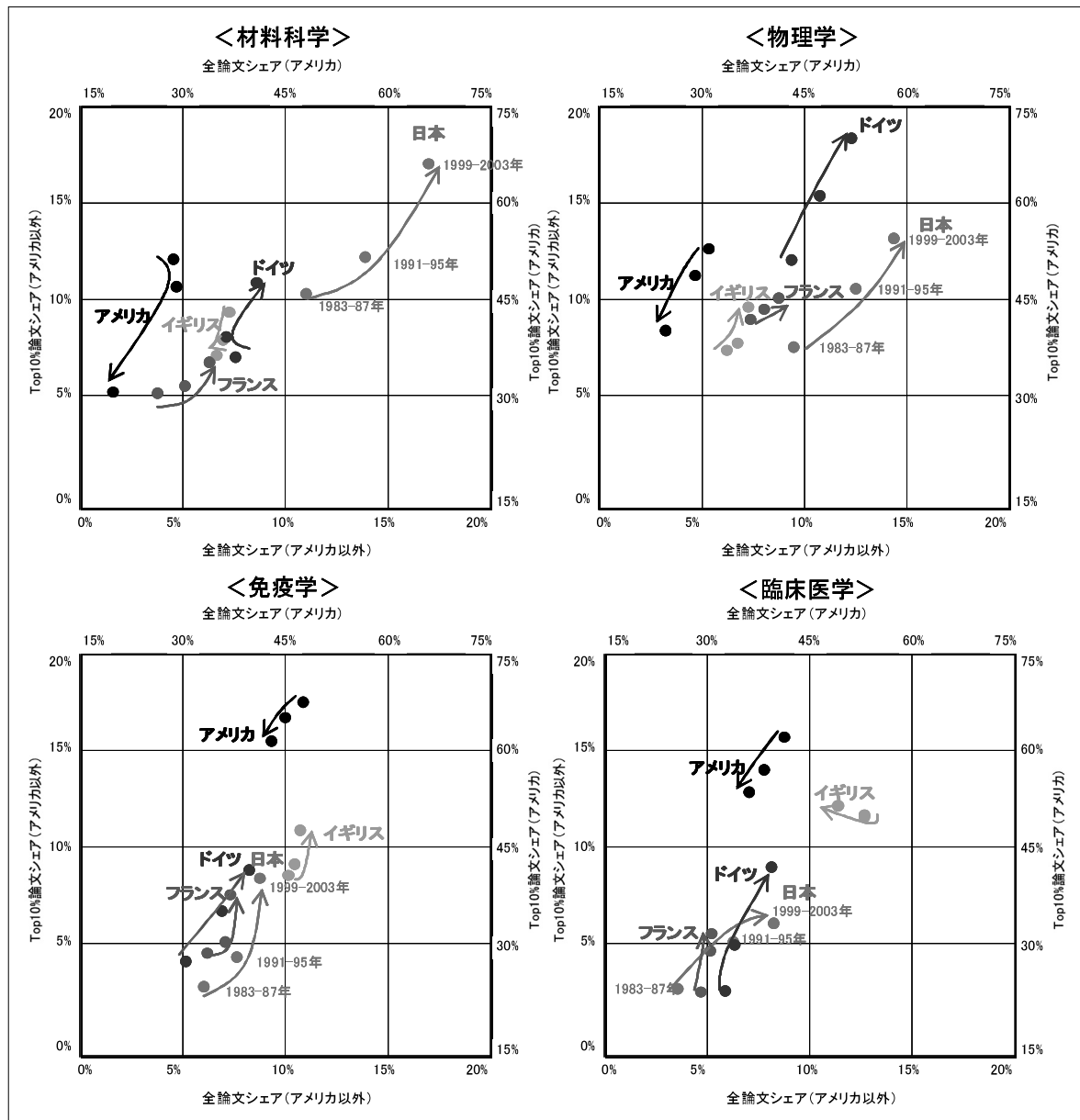
本の存在感は、全体として上昇基調ではあるが、分野ごとには違いがあることが明らかになった。

2 - 5

日本の基礎科学における 強い分野と弱い分野

過去20年間の日本の「量」と「質」の変化を、研究分野別に比較した(図表6)。材料科学、物理学、化学は「量」「質」ともに他の分野をリードしており、材料科学及び物理は過去20年間の拡大も著しい。また、免疫学、分子生物学・遺伝学の「質」の向上が著しい。

図表5 領域別日本のシェア—全論文・TOP 10%論文



データ：Thomson Scientific 社 “Science Citation Index, CD - ROM 版” に基づき科学技術政策研究所が集計

一方、環境・生態学、数学、計算機科学、地球科学のポジションは相対的に低いままである。現在は、強い分野をさらに強化するか、もしくは、弱点を補強するか、判断をすべき時期にきていると言えるだろう。

2 - 6

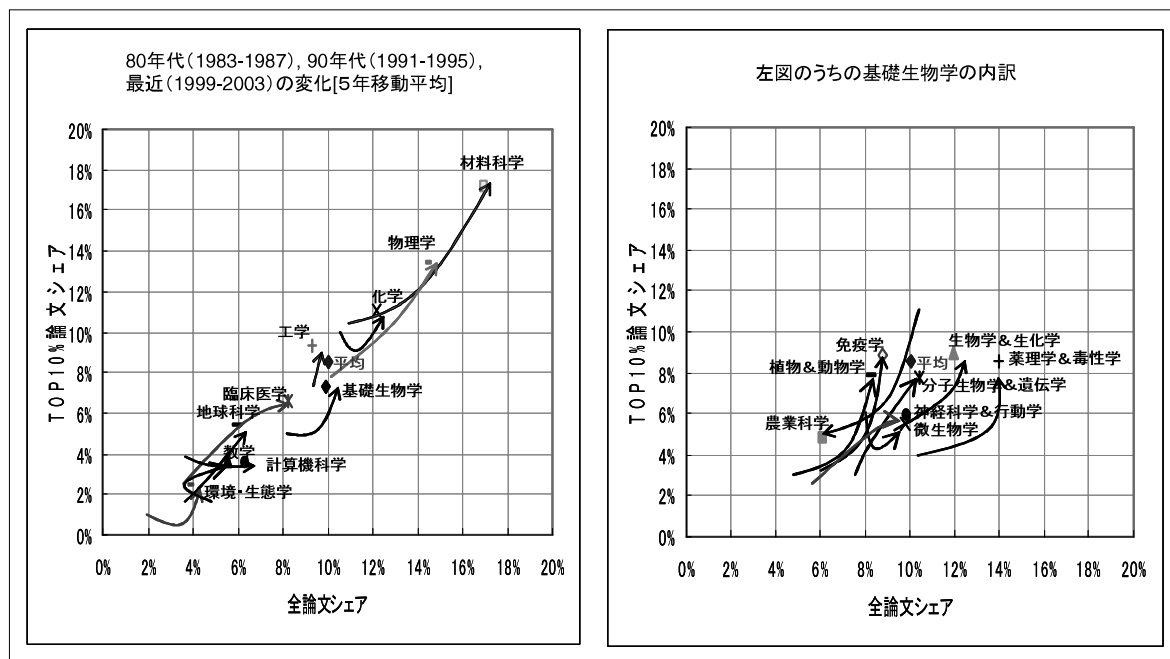
論文の「質」の向上を図るうえでの一考察

日本の次の課題が「質」の向上であるとしたとき、「質」の向上に対してどのような具体的方針が

立てうるのだろうか。

ここでは、まず、全論文及びTOP 10%論文シェアにおける分野別構成を把握することを試みた。図表7によれば、全論文シェアで現在世界第2位の日本は、化学、材料科学、物理学のシェアが、イギリスやドイツに比べ高

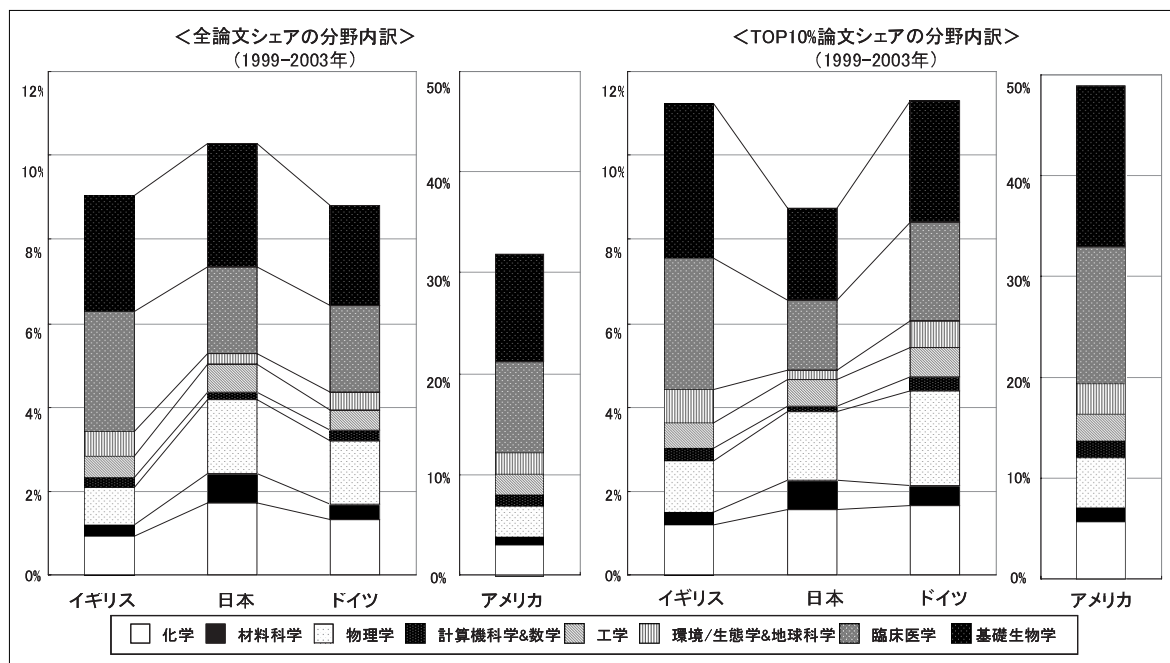
図表6 日本における各分野の20年間の論文シェア及びTOP 10%論文シェアの変化



(注1) この左グラフでは、基礎生物学には、農学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物科学の分野が含まれている。

(注2) 矢印の根元は1983～1987年の5年移動平均シェア、矢印の先は1999～2003年の5年移動平均シェアを示している。
データ：Thomson Scientific 社 “Science Citation Index, CD-ROM 版” に基づき科学技術政策研究所が集計

図表7 各国における全論文シェア及びTOP 10%論文シェアの分野別構造



データ：Thomson Scientific 社 “Science Citation Index, CD-ROM 版” に基づき科学技術政策研究所が集計

い。一方、TOP 10%論文シェアと全論文シェアを比較すると、イギリスとドイツは全論文シェアよりTOP 10%論文シェアが高いのに対し、日本は全論文シェアの方が高い。また、日本のTOP 10%論文シェアは、イギリスとドイツから、基礎生物学と臨床医学のシェアによって差をつけられていることが明らかである。

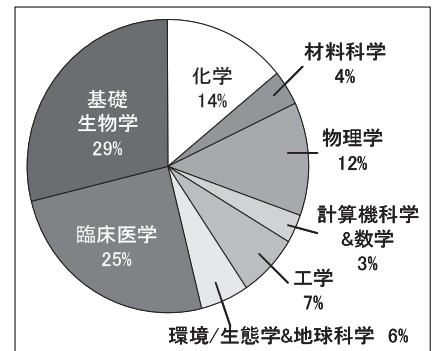
本調査で用いている Thomson Scientific 社の SCI データベースは世界的に計量書誌学的分析を行う際非常によく用いられているが、収録論文の分野内訳をみると、半数強が基礎生物学と臨床医学で占められている（図表8）。このことは、ライフサイエンス系のTOP 10%論文シェアが、トータルTOP 10%論文シェアに強

い影響を与えることを意味しており、この論文データベースに基づく限りは、ライフサイエンス系のシェアが少ない日本にとっては不利な状況である。

今後日本として「量」のみならず「質」の向上を図っていく上で、どのような分野ポートフォリオを目指していくべきか、判断を要する。特に、強い分野をさらに強化するか弱点を補強するかは要判断である。日本全体としてこのような論文の「質」を上昇させようとするなら、まず臨床医学、ついで基礎生物学の向上が不可欠となる。一方、この調査結果で弱いとされた環境・生態学、数学、計算機科学等は基盤的性格も強い分野であり、他分野との関係も深いと考えられる。これらの取り組みを強化

すべきかどうか、他の調査研究と合わせて再検討する必要がある。

図表8 全論文の分野内訳
(世界、1999～2003年)



(注) 基礎生物学は、農学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物科学の分野を含む。

データ：Thomson Scientific 社「Science Citation Index, CD-ROM 版」に基づき
科学技術政策研究所にて作成

3 定性的観点からの我が国の研究活動

3 - 1

海外の第一線の科学者・研究者からみた日本の強みと弱み

「公表された論文の被引用度や特許等の活用状況等に関する数量的指標には一定の客観性があり、評価の参考資料として活用することができる」との見方がある一方で、「定量的な評価手法の適用は困難である場合がある」という意見もある。確かに、研究成果を論文という形で公表しない傾向の領域も存在し、そのような領域では必ずしも論文数や被引用度が研究活動の有効な評価軸であるとは言えない。そこで、必ずしも論文という結果のみで現れない「日本の研究活動」が、海外の第一線の科学者・研究者からどのように評価されているのかを、アメリカ及び欧州におけるヒアリング調査に

より調べた。個々の意見自体には研究者の主観が入る余地があるが、この調査が、日本という国の枠の外からの評価であることと、多くの海外研究者の意見を集約したものであることは、ある程度の客観性を持つと考えてよいだろう。

図表9に示すように、日本の研究活動は、ナノテクノロジー・材料系、環境系、情報通信系、ライフサイエンス系の順番で、海外から良い評価を得ている。特に、環境系においては、2章で示した定量的な論文分析では劣勢であったが、海外の第一線の科学者・研究者の評価は高い。このことは、論文分析からは見ることのできない日本の研究成果があることを示すとともに、研究活動を捉えるには多元的な把握が必要であることを示している。

海外の第一線の研究者からみた日本の研究活動は、「世界的リーダーである」や「優れており、手

堅く、信頼できるものである」と評価された分野がある一方、「画期的なものが少ない」や「研究の深さが足りない」との指摘もあった。特に、「深さが足りない」の意味には以下3点があげられた。

●問題追求の深さの不足

重要な役割のタンパク質を発見するなどの最初のアプローチは非常に優れているが、その後の研究を発展させるフォローがなされない。

●理解の深さの不足

既知の概念の実践活用は非常に優れているが、新しい概念の創出がなされない。

●人の層の深さ（厚み）の不足

世界の第一線で活躍する研究者が存在するが、その後継となる十分な研究者群が存在せず、各研究分野でピラミッド構造が形成できていない。

図表9 海外の第一線の科学者・研究者から見た日本の各分野の研究活動

分野名	良い点	問題点
ライフサイエンス系 (生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物科学、農学、臨床医学)	【米国】 ○概して日本は、同分野における研究の重要な担い手であると認識されている。 ○多くの研究分野において意義深い貢献がなされていると回答された。 ○日本の研究は揺るぎないものであると認められている。 【欧州】 ○研究助成の増額から今後の発展が期待される。	【米国】 ○画期的な発見を生み出してきたとは考えられていない。 ○並外れたものではないと考えられている。 【欧州】 ○望ましい成果を生み出せるだけの研究量に達していない。 ○国際的刊行物で日本の記事が十分に見られない。
情報通信系 (計算機科学、電気・電子工学、機械工学、数学)	【米国】 ○安定的で高品質な研究を遂行し、幅広い分野に対して多大な貢献を果たしていると思われている。 【欧州】 ○応用研究において有意義な成果を残しているとともに、きわめて重要な貢献を果たしている。	【米国】 ○全体としては画期的な研究成果を挙げているとは位置づけられていない。日本の研究が国際的にあまり高い評価を得ていない1つの理由として、多くの飛躍的な発明が国際的な学術界に広く伝えられていないという点を挙げている。 【欧州】 ○国際露出度が低い。
環境系 (環境学／生態学、エネルギー工学、地球科学)	【米国】 ○研究活動は一貫して素晴らしいという評価を受けた。 ○研究開発能力は、ここ数年で著しい進歩を遂げた。 ○概して、日本が応用研究においてすぐれた功績を残しているとともに、きわめて重要な貢献を果たしていると思われている。 【欧州】 コメントなし	【米国】 ○より活発な国際的交流を通じ、同分野における日本の地位をさらに向上させることができるであろうという指摘があった。 【欧州】 ○研究の量的面および質的面ともに弱い。 ○国際会議の出席や論文発表がないので日本の研究活動を認識できない。
ナノテクノロジー・材料系 (化学・基礎、化学・応用、材料工学・金属、材料工学・高分子、材料工学・無機材料、材料工学・半導体、物理学・基礎、物理学・応用)	【米国】 ○日本の研究活動は一貫した質の高さが特筆されている。 ○世界最高水準に匹敵すると評価された。 【欧州】 ○応用研究においてすぐれた功績を残しているとともに、きわめて重要な貢献を果たしている。	【米国】 ○研究の深さが不足している。 【欧州】 ○日本との国際共同プロジェクトには概して困難が伴う。

(注1) 米国での具体的な調査は RAND コーポレーションが担当した。欧州での具体的な調査は英国マンチェスター大学の PREST が担当した。

(注2) 本図表に示す分野のグループは基本計画の4分野に必ずしも対応するものではなく、調査した25領域を内容から4つのグループに分けたものである。

3 - 2

“世界の中でのリーダーシップ” を実現していくための方策

海外の第一線の科学者・研究者が良いと評価する場合、どのような成果をベースに答えているかを分析することは、“世界の中でのリーダーシップ”を具体的にどのように実現していくかの方策（成果の有効な発信方法）を考える上で効率的と言えるだろう。図表10には、海外の第一線の科学者・研

究者が各専門領域で高く評価した日本の代表的成果を示す。

図表10には、各分野で様々な研究成果が挙げられており、日本が多くの分野の研究活動において世界の中で存在感を示していることがわかった。また、図表10の内容は、「個々の研究成果」、「世界的研究施設」、「国際共同研究」の3つに分類することができる。このうち、「世界的研究施設」としては、地球シミュレータやスーパーカミオカンデ、「国際共同研究」としてはヒトゲノムやイネゲ

ノムなどのゲノムプロジェクトが挙げられている。従って、個々の領域での「研究成果」に加え、「世界的研究施設」や「国際共同研究」を充実させることは、世界の研究者に日本の研究活動を認識させる上では重要なポイントであると考えられる。“世界の中でのリーダーシップ”の実現策として、「世界的研究施設」や「国際共同研究」の在り方を十分に考慮すべきである。このような点も、論文分析からは抽出できない視点である。

図表 10 海外の第一線の科学者・研究者が各専門領域で高く評価した日本の代表的成果

分野名	地域	①研究成果	②世界的研究施設 ③国際共同研究
ライフサイエンス系	米国	【生物1】糖鎖研究、グルカン構造の解明【生物2】アルツハイマー病関連のペプチド分解の酵素の機能の発見【免疫1】AID タンパク質の発見、抑制性T細胞研究、インターフェロンやサイトカインの制御【微生物1】抗生物質の開発【微生物2】嫌気性菌を利用した環境浄化、分子生物学レベルでの環境問題への微生物応用【臨床1】薬剤の安全性研究、ワクチン開発研究、肝炎（B型、C型）、癌、血液学、泌尿器科学、HIVなどの分野【神経2】脳の特定神経細胞の選択的除去と当該細胞の機能解析、抗癌薬として使われる結果になったタンパク群のクローニング【神経3】霊長類の神経生理と認知の脳機構に関する研究【薬学1】毒性化学物質の細胞内の受容体であるアリルヒドロカーボン受容体の研究、食品の焦げに存在する発がん物質研究、薬剤毒性における解毒酵素のグルタチオンS-トランスフェラーゼ（GSTP）の研究【薬学2】ディーゼルの免疫毒性学（喘息との関連）【植物1】遺伝子の機能解析、稲の分子遺伝子学と稲作への応用、細胞生物学、植物発生生物学【植物2】植物生理学、特に光受容体と情報伝達	【分子1】cDNAプロジェクト、ヒトゲノム解読での貢献【分子2】cDNAプロジェクト、様々なゲノム読解での貢献【農学1】イネゲノムの解読【農学2】イネゲノムの解読【植物1】植物ゲノム情報汎用のためのデータベース
	欧州	【免疫】細胞周期、腫瘍学、分子生物学の技法、遺伝子サイレンシング【微生物】シグナル伝達、染色体分配【薬学】チップテクノロジーを用いた化学物質の毒性ゲノミクス検査【分子】がんの遺伝学、アポトーシス【神経】生物分子学、認知神経学、細胞骨格、自律神経系の研究【植物】温室効果ガス排出関連の取り組み、C4 光合成	
情報通信系	米国	【数学2】ボルツマン方程式、波動方程式【数学3】量子理論の形成、微積分学、因子分解法【計算1】グリッド・コンピューティング、バイオ・インフォマティクス、分散コンピューティングのハード面、フォルト・トレラントシステム、ネットワーク技術【計算3】音声処理【計算4】計算機科学（特にコンピュータネットワーク領域）【電電1】極小の半導体デバイス、シリコンをベースの単電子デバイス、メゾスコピック物理学、スピントロニクス【電電2】宇宙空間でのレーダー装置の開発【機械1】溶接技術、鋼鉄材料技術、組み立てや建設プロセスの自動化【機械2】合成物質の土木建築物への応用、カーボンファイバー、ロケットやエンジンに用いられる合成物質の高音耐熱技術、合成物質	
	欧州	【数学】代数幾何学、微分幾何学【計算】ロボット工学、ユビキタス・コンピューティング、神経回路網、移動体通信【計算】地球科学における高性能シミュレーション、クラスター・コンピューティング、生命情報科学【機械】高性能コンピューティング・シミュレーション【電電】アクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ	【計算】地球シミュレータ
環境系	米国	【環境1】温暖な地域の森林における暴風といった弊害の影響などに関する研究【環境2】人類の起源や分子ベースの研究【地球1】GPS 受信機による気象学的変動及び気候変動の計測【地球2】GPS 時刻信号の遅延量による大気中の水蒸気分布の測定、局地的かつ精密な天気予報、数学的モデルによるシミュレーション【エネ】ハイブリッド車の開発（特に、制御系アルゴリズム開発）、低燃費車【エネ2】ハイブリッド車、ハイブリッドエンジン、電気モーターなどの開発、商用化	【地球1】地球シミュレータによる天候及び気候変動のシミュレーション
	欧州	【環境】大気の大気相互作用【地球】粘土鉱物学（特に、非晶質粘土）【エネ】ロボット制御システム	
ナノテクノロジー・材料系	米国	【化学】ナノテクノロジー（特に、カーボンナノチューブ、先端材料）、ナノバイオテクノロジー、半導体技術【化学2】超高速分光ヘレーザーの応用、複雑な分子力学を理解する為の手法の開発【化学3】原子学研究【材料金属1】材料科学（特に導熱、導電性酸化物）、分子線エビタキシー、高温超伝導体格子、ファン・デア・ワールスエビタキシー、酸化チタン【材料金属2】材料の合成（例えば、YBCuO 超伝導体）【材料半導体2】カーボンナノチューブとその燃料電池への応用【物理基礎2】カーボンのナノ構造、カーボンへのホウ素ドーピング【物理基礎3】高圧物理学、地震地質学【物理応用1】先端材料、ナノ科学、高温超伝導体、カーボンナノチューブ、ニュートリノ研究、半導体研究	【物理基礎1】スーパーカミオカンデ、KamLANDでの実験【物理応用】スーパーカミオカンデ、シンクロトロン放射装置での実験
	欧州	【化学基礎】バッテリー燃料、有機合成、構造生物学、超伝導、スピントロニクスオーバー、分子力学【化学応用】燃焼に関する研究【材料高分子】材料科学、高分子化学、実際の関心のある性質についての量子力学分析【材料半導体】低次元半導体構造、窒化物半導体【材料無機】バルクの超伝導体の作製【物理基礎】ニュートリノ物理学、宇宙線物理学【物理応用】高エネルギー物理学、シンクロトロン放射物理学、核粒子物理学、新しいマルチクォーク状態	【物理基礎】スーパーカミオカンデ

（注1）略字はそれぞれ以下の分野を示す。農学：農業科学、微生物：微生物学、神経：神経科学&行動学、臨床：臨床医学、分子：分子生物学&遺伝学、機動：植物&動物学、免疫：免疫学、薬学：薬理学&毒性学、生物：生物学&生化学、計算：計算機科学、電電：電気・電子工学、機械：機械工学、環境：環境学&生態学、地球：地球科学、エネ：エネルギー工学、材料：材料科学、物理：物理学。

（注2）【 】内はコメントした海外の第一線の科学者・研究者の専門領域を示す。数字は、回答者の番号である。

（注3）太字で示した成果は、海外の第一線の科学者・研究者が特に高い評価を与えたものである。

4 おわりに 一定量の観点と定性的観点からの多面的な評価 ●●●●●●●●●●

海外トップクラスの科学者・研究者による評価には論文に関する評価も数多く見られることから、論文は海外に日本の存在感を示す一つの重要な方法である。しかし、

国際学会への出席や、国際プロジェクトへの参加、世界規模の施設の保持など、論文以外の要素も評価へ影響を与えている。したがって、日本の存在感を把握するには、一元的でなく、多角的に情報を収

集する必要がある。本調査のように、定量的分析と定性的分析の組み合わせた多面的な評価を行なうことが非常に重要であると考えられる。